

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-205004

(43)公開日 平成5年(1993)8月13日

(51)Int.Cl.⁵

G 0 6 F 15/60

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

3 6 0 D 7922-5L

審査請求 未請求 請求項の数2(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平4-14077

(22)出願日 平成4年(1992)1月29日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 杉山 広行

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 土橋 皓

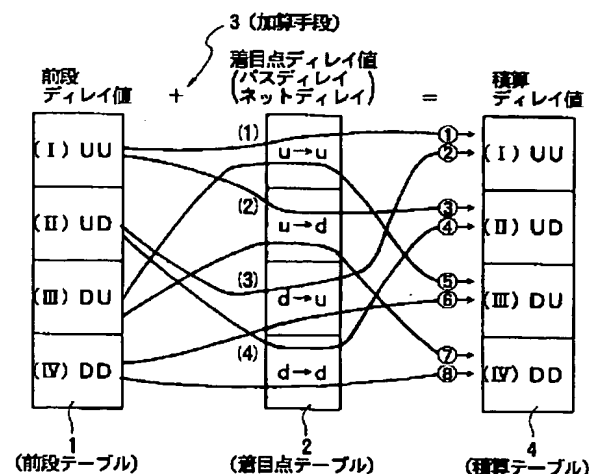
(54)【発明の名称】 論理回路のバスディレイの計算方式及び計算装置

(57)【要約】

【目的】 論理回路のバスディレイの計算方式及び計算装置に関し、容易に初期値を得ることができると共に、バスをライブラリーとして利用することができ、計算時間を短縮することを目的とする。

【構成】 前段ディレイ値に予め求められている着目点ディレイ値を加算して、始点から積算ディレイ値を計算し、この操作を始点から終点まで行う論理回路のバスディレイの計算方式において、前段ディレイ値及び積算ディレイ値をそれぞれ、Iバスの入力にupが入力したときバスの出力にupとなるときのディレイ値UU、IIバスの入力にupが入力したときバスの出力にdownとなるときのディレイ値UD、IIIバスの入力にdownが入力したときバスの出力にupとなるときのディレイ値DU、IVバスの入力にdownが入力したときバスの出力にdownとなるときのディレイ値UU、の4種の値で求めておき計算する。

本発明の原理図



注 ①② ③④ ⑤⑥ ⑦⑧ がそれぞれで競合する場合は、計算モードが max. の時は値の大きい方をmin. モードの時は値の小さな方を採用する。

Best Available Copy

【特許請求の範囲】

【請求項1】 論理回路の所定の2点間である始点から終点までのバスディレイを計算するに際して、着目点の前段までのディレイ値である前段ディレイ値に予め求められている着目点のディレイ値である着目点ディレイ値を加算して、始点から当該着目点までのディレイ値である積算ディレイ値を計算し、この操作を始点から終点まで行う論理回路のバスディレイの計算方式において、前段ディレイ値及び積算ディレイ値をそれぞれ、
Iバスの入力にupが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(UU)、
IIバスの入力にupが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UD)、
IIIバスの入力にdownが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(DU)、
IVバスの入力にdownが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UU)、
の4種の値で求めておき計算することを特徴とする論理回路のバスディレイの計算方式。

【請求項2】 論理回路の所定の2点間である始点から終点までのバスディレイを計算する計算装置であって、着目点の前段までのディレイ値である前段ディレイ値を格納する前段テーブル(1)と、予め求められている着目点のディレイ値である着目点ディレイ値を格納する着目点テーブル(2)と、上記前段テーブルに格納した値と、上記着目点テーブルの値とを加算する加算手段(3)と、加算されたディレイ値を格納する積算テーブル(4)とを有し、始点から当該着目点までのディレイ値である積算ディレイ値を計算し、この操作を始点から終点まで行う論理回路のバスディレイの計算装置において、前段テーブル(1)、着目点テーブル(2)及び積算テーブル(4)にそれぞれ、
Iバスの入力にupが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(UU)、
IIバスの入力にupが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UD)、
IIIバスの入力にdownが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(DU)、
IVバスの入力にdownが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UU)、
の4種のディレイ値を格納する領域を設けたことを特徴とする論理回路のバスディレイの計算装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は論理回路のバスディレイの計算方式及び計算装置に係り、特に個々のゲートディレイとネットディレイが計算されている論理回路において任意の2点間のバスディレイを計算するための計算方式及び計算装置に関する。

【0002】

【従来の技術】一般に、ゲートディレイはゲートの入力端に「up」または「down」の信号が入力されたとき、ゲートの出力端に「up」または「down」の波形が観測されるまでのディレイで、up→up、up→down、down→down及びdown→upの4種類のディレイが存在する。

【0003】またネットディレイはネットの入力端に「up」または「down」の信号が入力されたとき、ネットの出力端に「up」または「down」の波形が観測されるまでのディレイで、up→up及びdown→downの2種類のディレイが存在する。バスディレイは論理回路において任意の2点間においてこれらのディレイを波形の伝播に矛盾が発生しないようにして積算したものである。

【0004】例えば図5に示すように、ノットゲート11と他のゲート12とをネット13で接続した回路において、従来ではノットゲート11の入力端をA、ノットゲート11の出力端をB、他のゲート12の入力端をCとしたとき、各点においてup及びdownのディレイ値の格納領域14、15、16を設けると共に、予め知られているゲート11及びネット13のディレイ値を格納したテーブル16及び17を設け、これらのディレイ値を積算してバスディレイの計算を行うものとしている。ここで各点のバスディレイは、例えば、Bにおけるバスディレイは、Aにおけるバスディレイ、即ち格納領域14のUP、DNのそれぞれのディレイ値Uにゲートディレイ値を加えた値になる。この時、Aにおける信号がupであるかdownであるか、また、ゲートディレイは信号の状態がup→downであるか、down→upであるかによってそれぞれテーブルに格納した値を加算することによって、Bにおける状態、即ち信号がupであるかdownであるかの状態に応じたバスディレイ値を格納領域15に得ることができる。同様にCにおけるバスディレイ値は、上述した格納領域15に格納したBにおけるバスディレイ値に、テーブル18に格納された信号の状態に応じたネットディレイ値を加えることによりCにおけるバスディレイの格納領域に得ることができる。このような操作を必要とする始点から終点まで続けることにより任意のピンの間のバスディレイを求めることができる。

【0005】ここで、回路の状態によっては、図6に示すように、始点21と終点22が同一であっても、信号の伝播経路によって複数のバスが存在することがある。図6に示した例では終点における積算ディレイの値はup、downのそれぞれに対して、の2種類ずつ存在するが、このような場合にはバスディレイの計算の目的に応じて、バスディレイの値の最大値を採用するか(maxモード)、最小値を採用するか(minモード)を選択するものとしている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述したような従来のバスディレイの計算方式にあっては、最終到達点での状態（up又はdown）におけるバスディレイの初期値、即ち信号の状態がupであったかdownであったかを知る必要がある場合がある。従来、このような場合にはバスをトレースバック等して、初期値がupであったかdownであったかを追跡しなければならず煩雑であるという問題がある。

【0007】また、バスをライブラリーとして使用する場合、例えばゲートディレイの用にバス内部の理論により4種類のディレイを定義しなければならないような場合には対応することができないという問題がある。そこで、本発明は、バスディレイを計算するに際して、容易に初期値を得ることができると共に、バスをライブラリーとして利用することができ、計算時間を短縮することができるバスディレイの計算方式及び計算装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明において、上記の問題点を解決するための第1の手段は計算方式に係り、図1に示すように、論理回路の所定の2点間である始点から終点までのバスディレイを計算するに際して、着目点の前段までのディレイ値である前段ディレイ値に予め求められている着目点のディレイ値である着目点ディレイ値を加算して、始点から当該着目点までのディレイ値である積算ディレイ値を計算し、この操作を始点から終点まで行う論理回路のバスディレイの計算方式において、各段の積算ディレイ値、着目ディレイ値をそれぞれ、Iバスの入力にupが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(UU)、IIバスの入力にupが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UD)、IIIバスの入力にdownが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(DU)、IVバスの入力にdownが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UU)、の4種の値で計算することである。

【0009】また、本発明において、上記の問題点を解決するための第2の手段は計算装置に係り、図1に示すように、論理回路の所定の2点間である始点から終点までのバスディレイを計算する計算装置であって、着目点の前段までのディレイ値である前段ディレイ値を格納する前段テーブル1と、予め求められている着目点のディレイ値である着目点ディレイ値を格納する着目点テーブル2と、上記前段テーブルに格納した値と、上記着目点テーブルの値とを加算する加算手段3と、加算されたディレイ値を格納する積算テーブル4とを有し、始点から当該着目点までのディレイ値である積算ディレイ値を計算し、この操作を始点から終点まで行う論理回路のバスディレイの計算装置において、前段テーブル1、着目点

テーブル2及び積算テーブル4にそれぞれ、Iバスの入力にupが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(UU)、IIバスの入力にupが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UD)、IIIバスの入力にdownが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(DU)、IVバスの入力にdownが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UU)、の4種のディレイ値を格納する領域を設けたことである。

【0010】

【作用】本発明の第1及び第2の手段によれば、図1に示すように、上述の積算テーブルのUU及びUDに入力する信号は全て前段テーブルのUU、UDから出力したものととなっている。また積算テーブルのDU、DDに入力する信号は全て前段テーブルのDU、DDから出力したものととなっている。

【0011】従って、このような方式を何段階繰り返して適用したとしても、最終段の積算テーブルのUU、UDに格納されているバスディレイは初段の前段テーブルのUU、UDに格納されたバスディレイを初期値とするものであるから、特にトレースバックすることなく、ディレイの初期値を知ることができる。また、全てのバスのディレイの状態を格納することができるため、ゲートディレイのように、バス内部の理論により4種類のディレイを定義しなければならないような場合であってもバスをライブラリーとして利用することができるものとなる。

【0012】

【実施例】以下本発明に係る論理回路のバスディレイの計算方式及び装置の実施例を図面に基づいて説明する。本実施例においてバスディレイの計算装置は、計算機でバスディレイの計算方式を実行することにより実現される。そして、このような場合において各テーブルは計算機の記憶装置を、また加算手段として計算機の計算機能を使用して予め格納したプログラムを実行することにより、装置を実現するものとしている。

【0013】図2乃至図4は本発明に係るバスディレイの計算方式の実施例を示すものである。図2は本発明に係る論理回路のバスディレイ計算方式の実施例によるバスディレイの計算例を示すものである。本図は、各ゲートの入力ピンから出力ピンまでのディレイデータと、それらを接続するネットのディレイデータ及びこれらの接続関係を表示したリンクデータを有する論理回路とを表にしたものである。

【0014】この例では論理回路はORゲート31、EORゲート32及びNANDゲート33を備え、これらゲート31、32、33の間と、ピンA及び出力ピンとを接続するネット34、35、36、37を備えている。そしてこれらの回路に対応してネット及

びゲートディレイ値を格納した着目点テーブルとしてのディレイテーブル41, 42, 43, 44, 45, 46, 47を設けている。ここで、本実施例において、これらのディレイテーブル41, 42, 43, 44, 45, 46, 47は4つのディレイ格納領域(1), (2), (3), (4)を有し、それぞれ図2の上方から下方に向け、(1) up→up、(2) up→down、(3) down→down及び(4) down→upにおけるディレイ時間を示している。

【0015】そして、この例ではピンA及びピンZと、各ゲートの入力端と、出力端とに当該ピンまでの積算バスディレイを格納される積算バスディレイテーブル51乃至58を設けるものとしている。又これらの積算バスディレイテーブルもそれぞれ4つの格納領域I, II, III, IVを有し、上述したバスディレイテーブルと同様に図中上部から下方に向け、Iバスの入力にupが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(UU)、IIバスの入力にupが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UD)、IIIバスの入力にdownが入力したときバスの出力にupが観察されるときディレイ値(DU)、IVバスの入力にdownが入力したときバスの出力にdownが観察されるときディレイ値(UU)、を積算していくものとしている。

【0016】このとき、各積算バスディレイテーブルは各段階において、前段テーブルとして使用されたり、積算テーブルとして使用される。この例では、格段における最大時間(max)モードにおける値を示している。次に、図2においてスタートピンとしてAが与えられたときにバスのトレースを行いピンZに至るAからZまでのバスディレイを求める手順を説明する。

【0017】図3は本実施例に係る論理回路のバスディレイの計算方式及び装置の作動を示すフローチャートである。本実施例においては、以下、略号として以下のものを使用する。

TB1: 処理対象ピンのスタックテーブル

N1: TB1のカウンタ

TBA: 到達ピン(エンドピン)の格納テーブル

NB: TBAのカウンタ

CRX: 着目ピン

TB2: 着目ピンに接続する次段のピンをスタックしておくテーブル

N2: TB2のカウンタ

OLD: 着目ピンまでのディレイ

BTD: ネットまたはゲートの区間ディレイ

TMD: 次段ピンでのディレイ

先ず初期値を設定する(ST1)。この場合ではスタートピンはAであるのでTB1のカウンタN1に1を設定する。またN2とNAとに0を設定する。

【0018】次にN1が0より大きいかを判定し、0より

り小さい場合は終了する(ST2)。このステップはバスディレイの積算が終了したときに後のステップでN1が0となり計算を終了させるために設けられている。今は初期値としてN1には1が設定されているため次のステップに移行する。以下ステップ3からステップ9までをXが1から指定したN1まで繰り返し処理するものとしている(ST3)。

【0019】着目ピンCRXにTB1[X]を代入し(ST4)、CRXに対する次段のピンが存在する場合にはステップ6に移行し(ST5)、次段のピンがない場合には、他の系のバスディレイを計算するためNBの値を更新すると共に、現在のCRXの値をバスディレイとしてTBAに格納する(ST11)。更に、以下ステップ7からステップ9までを着目ピンに対する次段のピンの数だけ繰り返し処理するものとし(ST6)、着目ピンでのディレイの値をOLDに代入し、次段までの区間ディレイをBTDに代入する(ST7)。そして、本発明を適用した計算を行う(ST8)。

【0020】図4はこのステップ8の詳細なフローチャートを示すものである。指定された計算モード、即ち最長時間を要するバスディレイを選択する場合にはMAX、最短時間を要するバスディレイを選択する場合にはMINへ移行する(ST81)。最長時間を求める場合には、TMD[1]にOLD[1]+BTD[1]とOLD[2]+BTD[3]のうち大きい方を代入する。ここでTMD[1]は図1に示し、上述した積算ディレイのI(UU)に対応し、同様にOLD[1]は前段ディレイのI(UU)に、さらにBTD[1]は着目点ディレイの(1)u→uに対応する。以下同様に[2], [3], [4]はIIまたは(2)、III又は(3)、IVまたは(4)に対応するものである。

【0021】そして、同様にTMD[2]にOLD[1]+BTD[2]とOLD[2]+BTD[4]のうち大きい方を、TMD[3]にOLD[3]+BTD[1]とOLD[4]+BTD[3]のうち大きい方をTMD[4]にOLD[3]+BTD[2]とOLD[4]+BTD[4]のうち大きい方を代入する。これにより、最大値である積算ディレイ値を求めることができる(ST82)。

【0022】一方、最小時間を求める場合には上述した値のうち小さい方の値を積算ディレイ値として求めることができる(ST83)。図3に戻り、N2を更新しTB2を次段ピンとし(ST9)、N2の値をN1とし、TB2の値をTB1に代入するとともに、N2の値を0として(ST10)、ステップ2に戻る。

【0023】これにより、図2に示す積算バスディレイテーブル52~58の各々4つの領域(1)~(4)に次々とバスディレイ値を格納していく。従って本実施例によれば、バスディレイの値を迅速に計算することができる他、ピンZのディレイ値を格納している積算バスデ

イレイテーブル58の格納領域(1)及び(2)の値はピンAにupの信号が入力されたために生じたこと、また格納領域(3)及び(4)の値はピンAにdownの信号が入力されたために生じたことがバストレース等を行うことなくわかる。

【0024】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、論理回路のバスディレイの計算方式及び装置を、各バスにおける積算バスディレイの計算をup→up、up→down、down→down及びdown→upの4通りとしたから、最終段の積算テーブルのUU、UDに格納されているバスディレイは初段の前段テーブルのUU、UDに格納されたバスディレイを初期値とするものであるから、特にトレースバックすることなく、ディレイの初期値を知ることができる他、全てのバスのディレイの状態を格納することができるため、ゲートディレイのように、バス内部の論理により4種類のディレイ定義しなければならないような場合であってもバスをライブラリとして利用することができるものとなり論理回路

の設計のための計算を迅速に行うことができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明の実施例に係るバスディレイの計算方式によるバスディレイの計算例を示す図である。

【図3】実施例に係るバスディレイの計算方式の作動を示すフローチャートである。

【図4】図3に示したフローチャートのcall CLXの部分フローチャートである。

【図5】従来のバスディレイの計算方式を示す図である。

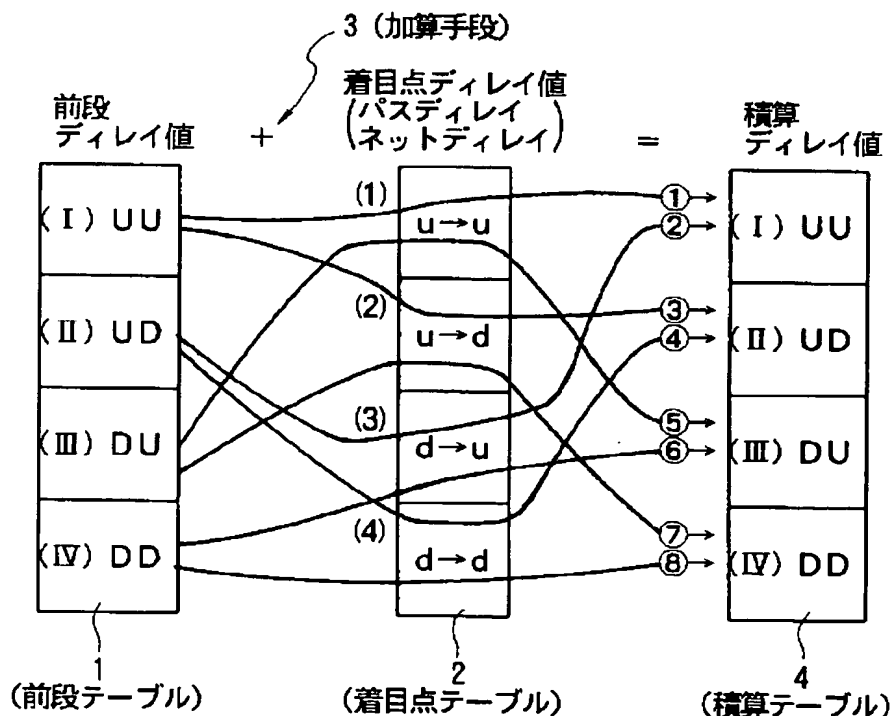
【図6】従来のバスディレイの計算方式を示す図である。

【符号の説明】

- 1 前段テーブル
- 2 着目点テーブル
- 3 加算手段
- 4 積算テーブル

【図1】

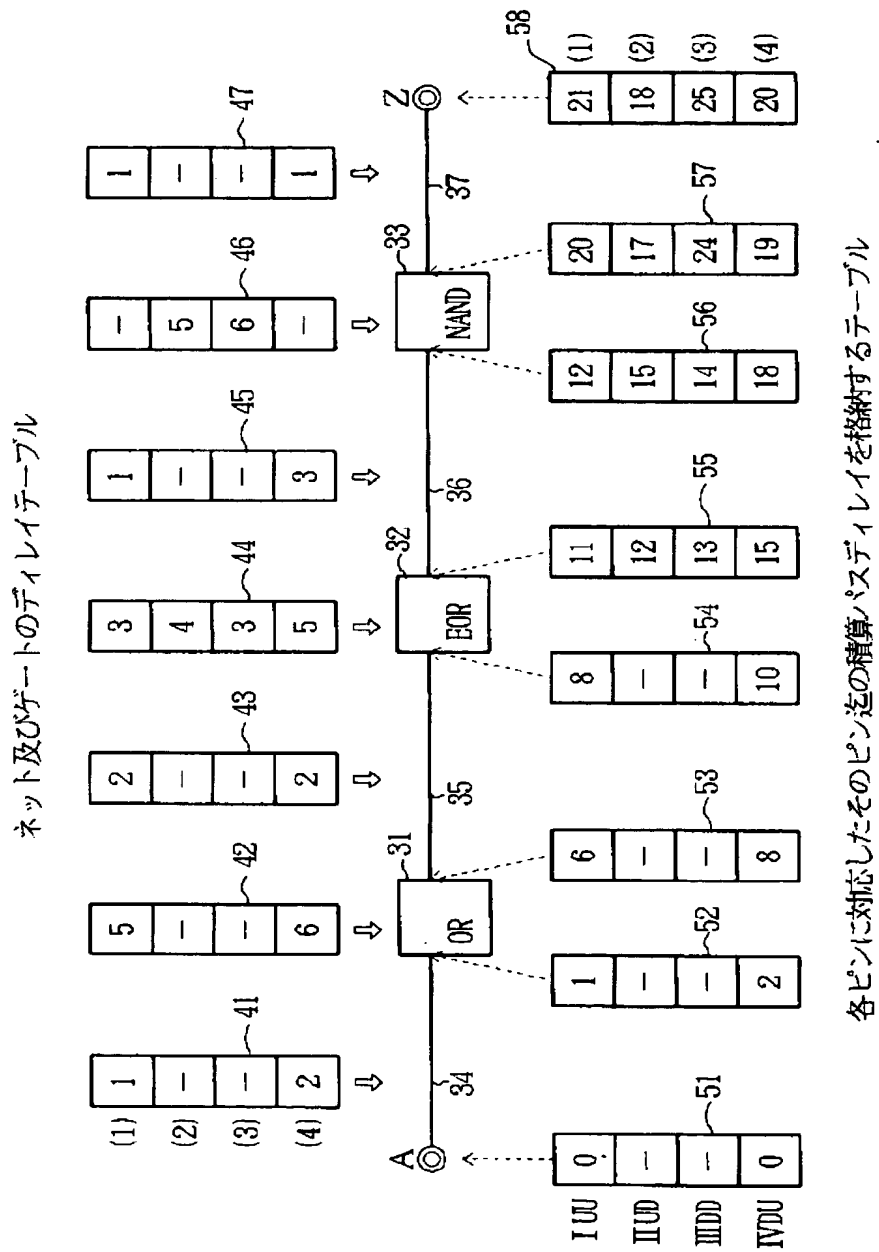
本発明の原理図



注) ①②, ③④, ⑤⑥, ⑦⑧, がそれぞれで競合する場合は、計算モードがmax. の時は値の大きい方をmin. モードの時は値の小さな方を採用する。

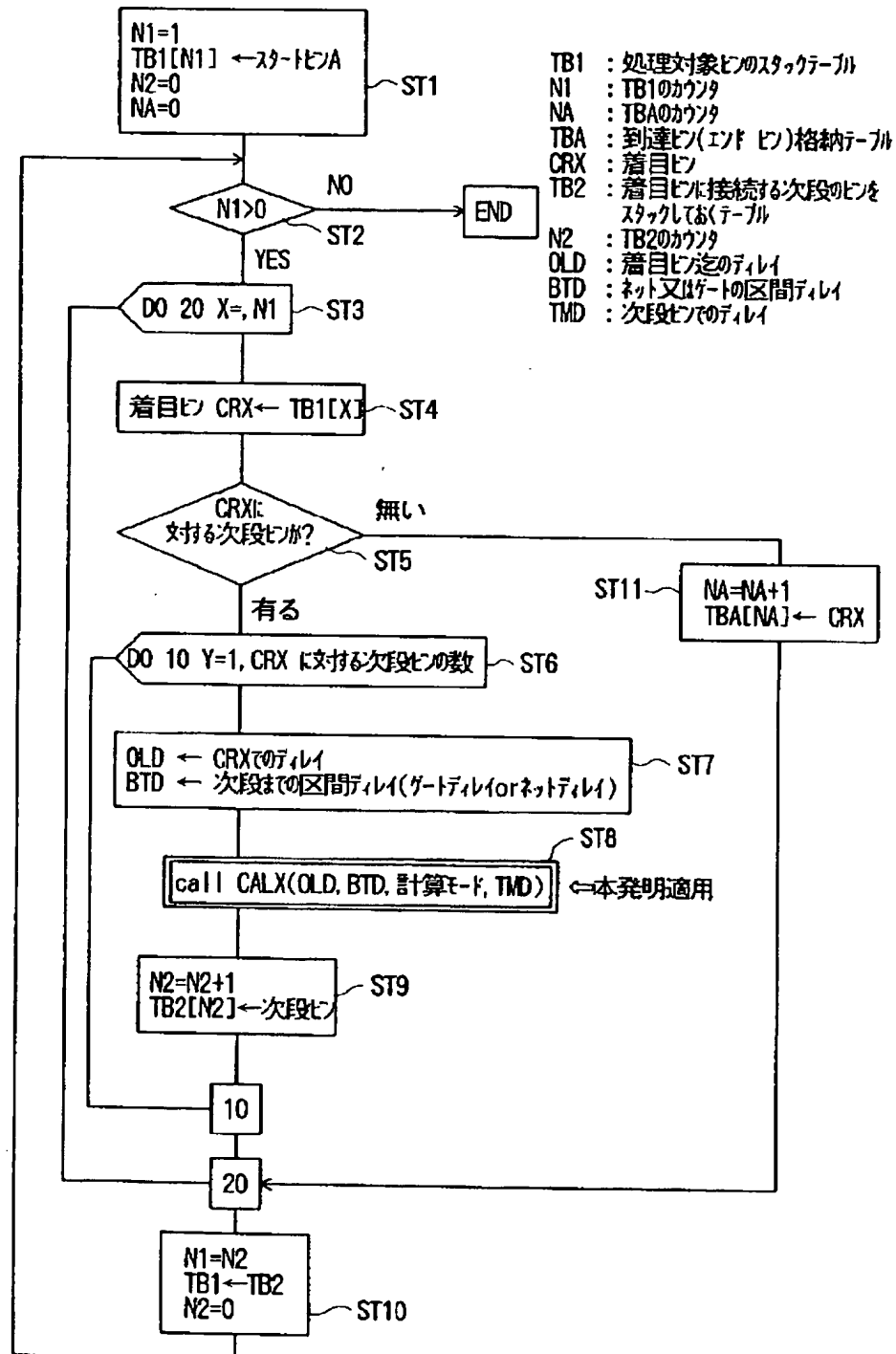
【図2】

実施例に係るパスディレイの計算例



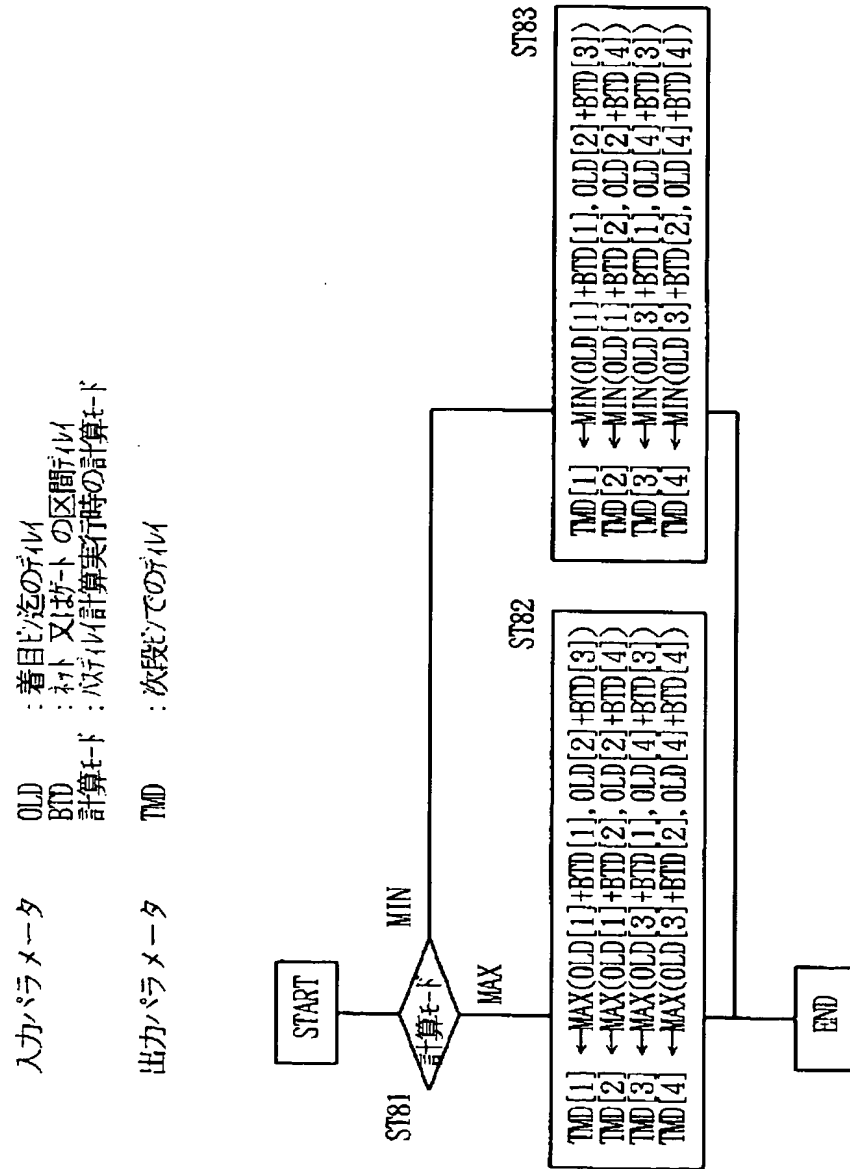
【図3】

パステイレイ計算システムの作動を示すフローチャート



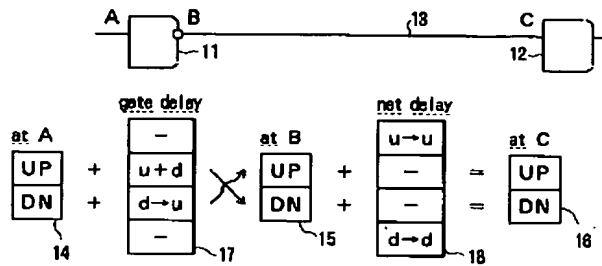
【図4】

call CALX 部分のフローチャート



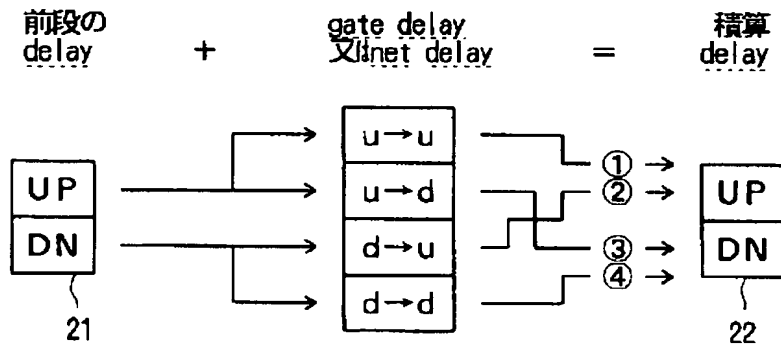
【図 5】

従来のバスディレイの計算



【図 6】

従来のバスディレイの計算方式



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.